

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-006161

(43) Date of publication of application : 09.01.2002

(51) Int. Cl. G02B 6/122

G02B 6/12

G02B 6/13

H01L 31/0232

H01L 31/12

H05K 3/46

(21) Application number : 2000-183441 (71) Applicant : SONY CORP

(22) Date of filing : 19.06.2000 (72) Inventor : OGAWA TAKESHI

(54) OPTICAL WIRING SUBSTRATE AND OPTICAL WIRING MODULE AND THEIR MANUFACTURING METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wiring substrate and a wiring substrate module which make it possible to rapidly transmit signals and effectively prevent a damage caused by external factors, and their manufacturing method.

SOLUTION: The electric wiring element 10 having electric wiring patterns 12a-12g formed on an insulating substrate 11 and an insulating layer 20 covering the electric wiring element 10 are provided, and an optical waveguide 30 as an optical wiring is provided in the insulating layer 20.

A luminous element 40 and a light receiving element 50 are provided in the insulating layer 20, and IC chips 61 and 62 are provided on the opposite side to the electric wiring element 10 of the insulating layer 20. Since the optical waveguide 30 is provided in the insulating layer 20, the occurrence of the break of the optical wiring and an optical noise can be prevented, and the loss in optical propagation can be reduced.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 21.12.2006
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] The optical wiring substrate characterized by having the base which has an electric wiring pattern, and the optical waveguide arranged possible [transmission of a lightwave signal] inside said base.

[Claim 2] Furthermore, the optical wiring substrate according to claim 1 characterized by having a light emitting device for sending a lightwave signal, and a photo detector for receiving a lightwave signal.

[Claim 3] Said base is an optical wiring substrate according to claim 1 characterized by including a wrap insulating layer for the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, and this electric wiring section.

[Claim 4] Said optical waveguide is an optical wiring substrate according to claim 3 characterized by being arranged in the interior of said insulating layer.

[Claim 5] Furthermore, the optical wiring substrate according to claim 4 characterized by having a light emitting device for sending a lightwave signal, and a photo detector for receiving a lightwave signal, and arranging either [at least] said light emitting device or said photo detector in the interior of said insulating layer.

[Claim 6] Said light emitting device is an optical wiring substrate according to claim 5 characterized by having the 1st signal impression electrode for impressing an electrical signal, arranging in the front face of said insulating layer the 2nd signal impression electrode with which an electrical signal is impressed from the exterior, and connecting electrically said 1st signal impression electrode and said 2nd signal impression electrode.

[Claim 7] It is the optical wiring substrate according to claim 6 characterized by for said light emitting device having further the 1st power-source electrode for impressing supply voltage, and for said electric wiring section having the 2nd power-source electrode with which supply voltage is impressed from the exterior, and connecting electrically said 1st power-source electrode and said 2nd power-source electrode.

[Claim 8] Said photo detector is an optical wiring substrate according to claim 5 characterized by having the 1st signal output electrode for outputting the electrical signal according to the received lightwave signal, arranging the 2nd signal output electrode for outputting an electrical signal to the exterior in the front face of said insulating layer, and connecting electrically said 1st signal output electrode and said 2nd signal output electrode.

[Claim 9] It is the optical wiring substrate according to claim 8 characterized by for said photo detector having further the 3rd power-source electrode for impressing supply voltage, and for said electric wiring section having the 4th power-source electrode with which supply voltage is impressed from the exterior, and connecting electrically said

3rd power-source electrode and said 4th power-source electrode.

[Claim 10] Said optical waveguide is an optical wiring substrate according to claim 1 characterized by including the core layer which makes light spread, and the cladding layer which wraps the perimeter of this core layer.

[Claim 11] Said optical waveguide is an optical wiring substrate according to claim 1 characterized by consisting of an ingredient containing at least one sort in the group which consists of polyimide, an epoxy resin, acrylic resin, polyolefin resin, and synthetic rubber.

[Claim 12] Said electric wiring section is an optical wiring substrate according to claim 3 characterized by including the electric wiring pattern of two or more layers.

[Claim 13] Said electric wiring section is an optical wiring substrate according to claim 3 characterized by coming to form an electric wiring pattern in the substrate constituted with the inorganic material containing at least one sort in the group which consists of an aluminum oxide, a glass ceramic, aluminum nitride, and a mullite.

[Claim 14] Said electric wiring section is an optical wiring substrate according to claim 3 characterized by coming to form an electric wiring pattern in the substrate constituted with the organic material containing at least one sort in the group which consists of a glass epoxy resin, polyimide, BT resin, PPE (Polyphenyl ether) resin, phenol resin, and polyolefin resin.

[Claim 15] The optical wiring module characterized by having the integrated circuit which delivers and receives an electrical signal between [one / at least / the base which has an electric wiring pattern, the optical waveguide arranged possible / transmission of a lightwave signal / inside said base, the light emitting device for sending a lightwave signal, the photo detector for receiving a lightwave signal, and] said light emitting device or said photo detector.

[Claim 16] Said base is an optical wiring module according to claim 15 characterized by including a wrap insulating layer for the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, and this electric wiring section.

[Claim 17] Said optical waveguide is an optical wiring module according to claim 16 characterized by being arranged in the interior of said insulating layer.

[Claim 18] The optical wiring module according to claim 16 with which either [at least] said light emitting device or said photo detector is characterized by being arranged in the interior of said insulating layer.

[Claim 19] The manufacture approach of the optical wiring substrate

characterized by including the process which forms a lower insulating layer on the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, the process which forms the optical waveguide which can transmit a lightwave signal on said lower insulating layer, and the process which forms an up insulating layer so that said optical waveguide may be covered at least.

[Claim 20] The process which forms said optical waveguide is the manufacture approach of the optical wiring substrate according to claim 19 characterized by including the process which forms said optical waveguide on a predetermined dummy substrate, and the process which imprints the optical waveguide formed on said dummy substrate on said up insulating layer.

[Claim 21] The manufacture approach of the optical wiring substrate according to claim 19 characterized by including further the process which forms either [at least] a light emitting device or a photo detector so that it may be covered with said up insulating layer or said lower insulating layer.

[Claim 22] The process which forms a lower insulating layer on the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, The process which forms the optical waveguide which can transmit a lightwave signal on said lower insulating layer, The process which forms an up insulating layer so that said optical waveguide may be covered at least, The process which forms the photo detector for receiving the light emitting device and lightwave signal for sending a lightwave signal, The manufacture approach of the optical wiring module characterized by including the process which forms the integrated circuit which delivers and receives an electrical signal between [one / at least] said light emitting device or said photo detector on said up insulating layer.

[Claim 23] The manufacture approach of the optical wiring module according to claim 22 characterized by forming either [at least] said light emitting device or said photo detector so that it may be laid under the interior of said up insulating layer or said lower insulating layer.

[Claim 24] The manufacture approach of the optical wiring module according to claim 22 characterized by forming said light emitting device and said photo detector on said up insulating layer.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to those manufacture approaches at the optical wiring substrate and the optical wiring module list which enable improvement in the speed of a signal transduction signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] By advance of the technique in IC (Integrated Circuit; integrated circuit) or LSI (Large Scale Integrated Circuit; large-scale integrated circuit), those working speeds and accumulation scales improve, for example, high-performance-izing of a microprocessor and large capacity-ization of a memory chip are attained quickly. between the chips between the boards in the former and a device, or in a board etc. -- signal transduction between short distance has mainly been comparatively performed by the electrical signal. In order to raise the engine performance of an integrated circuit further from now on, improvement in the speed of a signal and the densification of signal wiring are needed, but in electrical signal wiring (electric wiring), while these improvement in the speed and densification are difficult, the signal delay by CR (C: electrostatic-capacity [of wiring], resistance of R:wiring) time constant of wiring will pose a problem. Moreover, since improvement in the speed of an electrical signal and the densification of electric wiring cause a cross talk between an EMI (Electromagnetic Interference) noise or a channel, they become indispensable [the cure].

[0003] Then, optical wiring (lightwave signal wiring, optical interconnection) attracts attention as what solves these problems. Optical wiring is considered [that it is applicable to various parts, such as between the chips between the boards between devices and in a device, or in a board, and]. Especially, optical waveguide is formed on the substrate in which the chip is carried, and it is considered suitable by transmission of the signal between short distance like [during a chip] to build the optical transmission and communication system which made this the transmission line.

[0004] It is necessary to equip IC chip for delivering and receiving an electrical signal between the photo detector for changing the light emitting device for changing an electrical signal into a lightwave signal, and a lightwave signal into an electrical signal and a light emitting device, or a photo detector etc., and an electrical signal still needs to perform

transmission of supply of the power to these components, the control signal of low-speed various kinds comparatively, etc. in such optical transmission and communication system. Therefore, it is indispensable to form electric wiring in a substrate top or a substrate.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is thought that the optical wiring substrate of the hybrid mold equipped with electric wiring and optical wiring is obtained by forming the thin film multilayer interconnection as electric wiring on a silicon substrate or a glass substrate, and forming the optical waveguide as optical wiring on it. Moreover, it is thought that it is obtained also by forming optical waveguide on the substrate which has electric wiring, such as the usual printed-circuit board. When producing these hybrid types of optical wiring substrate, it is possible to use a high molecular compound for the ingredient of optical waveguide, and to form according to a low-temperature process.

[0006] However, when it is made to expose on a substrate and optical waveguide has been arranged, the optical waveguide tends to receive mechanical damage. For this reason, there is a problem that a wiring piece will happen to a part of optical waveguide, optical transmission loss will arise, or the optical noise by ***** etc. will occur. Moreover, since optical waveguide exists on the surface of a substrate, as optical waveguide is avoided, a semiconductor chip and other chips must be mounted, and there is also a problem that constraint will arise to the mounting field as the whole wiring substrate.

[0007] This invention was made in view of this trouble, and the purpose is to provide with those manufacture approaches the optical wiring substrate and the optical wiring module list which make it possible to prevent damage by external factors effectively while making high-speed transmission of a signal possible.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The optical wiring substrate by this invention is equipped with the base which has an electric wiring pattern, and the optical waveguide arranged possible [transmission of a lightwave signal] inside at the base.

[0009] The optical wiring module by this invention is equipped with the integrated circuit which delivers and receives an electrical signal between [one / at least / the base which has an electric wiring pattern, the optical waveguide arranged possible / transmission of a lightwave signal / inside at the base, the light emitting device for sending a lightwave signal, the

photo detector for receiving a lightwave signal, and] a light emitting device or a photo detector.

[0010] The manufacture approach of the optical wiring substrate by this invention includes the process which forms a lower insulating layer on the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, the process which forms the optical waveguide which can transmit a lightwave signal on a lower insulating layer, and the process which forms an up insulating layer so that optical waveguide may be covered at least.

[0011] The manufacture approach of the optical wiring module by this invention The process which forms a lower insulating layer on the electric wiring section in which the electric wiring pattern was formed, The process which forms the optical waveguide which can transmit a lightwave signal on a lower insulating layer, The process which forms the photo detector for receiving the process which forms an up insulating layer so that optical waveguide may be covered at least, and the light emitting device and lightwave signal for sending a lightwave signal, The process which forms the integrated circuit which delivers and receives an electrical signal between [one / at least] a light emitting device or a photo detector on an up insulating layer is included.

[0012] By the optical wiring substrate or the optical wiring module by this invention, an electrical signal is transmitted by the electric wiring prepared in the base, and a lightwave signal is transmitted by the optical waveguide inside a base.

[0013] By the manufacture approach of the optical wiring substrate by this invention, or the manufacture approach of an optical wiring module, optical waveguide is formed on the lower insulating layer formed on the electric wiring section, and an up insulating layer is formed so that this optical waveguide may be covered.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0015] [the gestalt of the 1st operation] -- the configuration of the optical wiring substrate concerning the gestalt of implementation of the 1st of this operation and an optical wiring module is explained first.

[0016] Drawing 1 expresses the cross-section structure of the optical wiring substrate concerning the gestalt of this operation. This optical wiring substrate is equipped with the electric wiring section 10 and the insulating layer 20 prepared so that this electric wiring section 10 might be covered. The optical waveguide 30, the light emitting device 40, and photo detector 50 as optical wiring are laid under the interior of an

insulating layer 20. Here, what doubled the electric wiring section 10 and an insulating layer 20 supports one example of the "base" of this invention. [0017] The electric wiring section 10 contains two or more electric wiring patterns 12a-12g which are prepared in the front face and the interior of the substrate 11 which has insulation, and this substrate 11, for example, consist of electrical conducting materials, such as copper (Cu). The electric wiring patterns 12a-12d are formed in the interior of a substrate 11, and the electric wiring patterns 12e-12g are formed in one front face (drawing 1 rear-face side) of a substrate 11. Although formed in the same hierarchy (henceforth the 1st hierarchy) as electric wiring pattern 12c and electric wiring pattern 12d, it insulates electrically between both. Moreover, it is formed in two different hierarchies from the 1st hierarchy, respectively electric wiring pattern 12a and electric wiring pattern 12d. That is, the electric wiring patterns 12a-12g are multilayered here.

[0018] Electric wiring pattern 12a is power-source Rhine for light emitting device 40, and electric wiring pattern 12b is power-source Rhine for photo detector 50. Electric wiring pattern 12c is power-source Rhine for IC chip 61 (refer to drawing 3) mentioned later, and electric wiring pattern 12d is power-source Rhine for IC chip 62 (refer to drawing 3) mentioned later. Moreover, the power-source circuit patterns 12e-12g are for connecting electrically between the components of others which are not illustrated.

[0019] The electrodes 14 and 15 with which supply voltage is impressed from the exterior are formed in the front face of another side of a substrate 11. Between an electrode 14 and electric wiring pattern 12a, connection hole (through hole) 13a is formed, and the electrode 14 is electrically connected to electric wiring pattern 12a through conductors, such as copper with which connection hole 13a was filled up. Connection hole 13b is formed between an electrode 15 and electric wiring pattern 12b, and the electrode 15 is electrically connected to electric wiring pattern 12b through the conductor with which connection hole 13b was filled up. Here, an electrode 14 corresponds to one example of "the 2nd power-source electrode" in this invention, and the electrode 15 supports one example of "the 4th power-source electrode" in this invention.

[0020] A light emitting device 40 counters with an electrode 14, and is arranged. This light emitting device 40 has power-source electrode 40a for impressing supply voltage, signal-electrode 40b for impressing an electrical signal, and light-emitting part 40c. It is in contact with the electrode 14, or it is joined with solder etc., and power-source electrode 40a is electrically connected with the electrode 14. Here, power-source electrode 40a corresponds to one example of "the 1st power-source

electrode" of this invention, and signal-electrode 40b supports one example of "the 1st signal impression electrode" of this invention.

[0021] A photo detector 50 counters with an electrode 15, and is arranged. This photo detector 50 has power-source electrode 50a for impressing supply voltage, signal-electrode 50b for outputting the electrical signal according to the received lightwave signal, and light sensing portion 50c. It is in contact with the electrode 15, or it is joined with solder etc., and power-source electrode 50a is electrically connected with the electrode 15. Here, power-source electrode 50a corresponds to one example of "the 3rd power-source electrode" of this invention, and signal-electrode 50b supports one example of "the 1st signal output electrode" of this invention.

[0022] The signal electrode 17 for outputting an electrical signal to the signal electrode 16 and the exterior where an electrical signal is impressed from the exterior, the electrodes 18a and 18b with which supply voltage is impressed from the exterior, the other electrodes 19, etc. are formed in the front face (front face of a substrate 11 side and the opposite side) of an insulating layer 20. Connection hole 13c is formed between a signal electrode 16 and signal-electrode 40b of a light emitting device 40, and the signal electrode 16 is electrically connected to signal-electrode 40b through the conductor with which connection hole 13c was filled up. 13d of connection holes is formed between a signal electrode 17 and signal-electrode 50b of a photo detector 50, and the signal electrode 17 is electrically connected to signal-electrode 50b through the conductor with which 13d of connection holes was filled up. Connection hole 13e is formed between electrode 18a and electric wiring pattern 12c, and electrode 18a is electrically connected to electric wiring pattern 12c through the conductor with which connection hole 13e was filled up. Moreover, 13f of connection holes is formed between electrode 18b and electric wiring pattern 12d, and electrode 18b is electrically connected to electric wiring pattern 12d through the conductor with which 13f of connection holes was filled up. Here, a signal electrode 16 corresponds to one example of "the 2nd signal impression electrode" of this invention, and the signal electrode 17 supports one example of "the 2nd signal output electrode" of this invention.

[0023] Optical waveguide 30 is arranged between the light emitting device 40 and the photo detector 50. This optical waveguide 30 has the main front face of the electric wiring section 10, and the reflectors 30a and 30b whose exterior angles to make are obtuse angles (135 degrees of abbreviation [Here]) to the both ends of a longitudinal direction. Reflector 30a is located so that it may counter with light-emitting part 40c of a light

emitting device 40, and it reflects in the longitudinal direction in optical waveguide 30 the lightwave signal emitted from light-emitting part 40c. Reflector 30b is located so that it may counter with light sensing portion 50c of a photo detector 50, and it reflects the lightwave signal which has spread the inside of optical waveguide 30 along with the longitudinal direction in the direction of light sensing portion 50c. In addition, the front face of the electric wiring section 10 of optical waveguide 30 and the exterior angle to make mean the thing of the exterior angle of this graphic form at the time of thinking that it is the graphic form which the cross section which met in the optical propagation direction (longitudinal direction) of optical waveguide 30 closed. Moreover, in drawing 1, although between the top faces of the inferior surface of tongue of optical waveguide 30, a light emitting device 40, and a photo detector 50 is slightly separated, these may touch.

[0024] For example, a ceramic multilayer-interconnection substrate, an organic multilayer-interconnection substrate, a glass epoxy wiring substrate, a built-up multilayer-interconnection substrate, a printed-circuit board, etc. can be used for the electric wiring section 10. Here, a ceramic multilayer-interconnection substrate means things, although the substrate 11 was constituted by the inorganic material containing at least one sort in the group which consists of an aluminum oxide (aluminum 203), a glass ceramic (for example, low-temperature baking glass ceramic), aluminum nitride (AlN), and a mullite. An organic multilayer-interconnection substrate means things, although the substrate 11 was constituted by the organic material containing at least one sort in the group which consists of a glass epoxy resin, polyimide, BT resin, PPE (Polyphenyl ether) resin, phenol resin, and polyolefin resin (for example, Du Pont Teflon (trademark)). In addition, what was constituted with film-like polyimide etc. among organic multilayer-interconnection substrates is also called the flexible multilayer-interconnection substrate. A glass epoxy multilayer-interconnection substrate means things, although the substrate 11 was constituted by glass epoxy resins, such as FR-4, and a built-up multilayer-interconnection substrate means things, although the electric wiring pattern was formed in high density by the photolithography technique which used resin, such as photosensitivity or a nonphotosensitivity epoxy resin, polyimide of photosensitive or nonphotosensitivity, or benz-cyclo-butene (BCB) of photosensitive or nonphotosensitivity, on the usual glass epoxy wiring substrate. Moreover, a printed-circuit board means things, although the printing substrate with which the electric wiring pattern was printed by high density was arranged

on the core substrate which consists of dielectric materials.

[0025] The insulating layer 20 is constituted by the epoxy resin with a thickness of 100 micrometers. In addition, when optical waveguide 30, a light emitting device 40, and a photo detector 50 estrange and are arranged, it is desirable to form an insulating layer 20 with a transparent ingredient to a lightwave signal. It is because the optical transmission loss at the time of a lightwave signal being transmitted can be controlled.

[0026] Optical waveguide 30 is constituted by the epoxy resin which uses as a principal member the bisphenol whose refractive index is about 1.54, and the thickness is 30 micrometers.

[0027] In addition, optical waveguides 30 may be not only structure as shown in drawing 1 but other structures. For example, as shown in drawing 2 (A) and (B), it is good also as optical waveguide 30A of the structure which consists of a cladding layer 32 formed as surrounded the core layer 31 and the core layer 31. Incidentally, drawing 2 (A) expresses the cross-section structure of optical waveguide 30A cut in the same direction as drawing 1 , and drawing 2 (B) is IIB-IIB of drawing 2 (A). It corresponds to the cross section which met the line.

[0028] In this optical waveguide 30A, the core layer 31 is constituted by the epoxy resin which uses as a principal member the bisphenol whose refractive index is about 1.54, and that thickness is 30 micrometers. This core layer 31 has Reflectors 31a and 31b to the both ends of a longitudinal direction. The cladding layer 32 is constituted by an ingredient with a refractive index smaller than the component of a core layer 31, for example, the epoxy resin whose refractive index is about 1.52, and the thickness is 30 micrometers. Thus, since there is little optical transmission loss, the direction which prepared the refractive-index difference in optical waveguide 30A is desirable. In addition, as long as a cladding layer 32 and a core layer 31 fulfill the conditions that the refractive index of a core layer 31 is larger than the refractive index of a cladding layer 32, you may make it other ingredients, such as polyolefin resin, such as acrylic resin, such as polyimide and polymethylmethacrylate, polyethylene, and polystyrene, or synthetic rubber, constitute them.

[0029] The light emitting device 40 is constituted by the light emitting diode (light emitting diode;LED) of a surface-emitting type. A surface-emitting type means things here, although outgoing radiation of the light is carried out from the main front face (front face which has the largest area) of a component. Moreover, the photo detector 50 is constituted by the photodiode of a surface-emitting type. Although a field light-receiving mold receives light by the main front face, it means things

here.

[0030] The optical wiring substrate which has such a configuration is used as an optical wiring module as shown in drawing 3 . As for this optical wiring module, the IC chips 61 and 62 are arranged in the electric wiring section 10 and the opposite side of an insulating layer 20 of an optical wiring substrate which were shown in drawing 1 . Electronic circuitries, such as a digital disposal circuit and a memory circuit, are accumulated by the IC chips 61 and 62, respectively. Here, the IC chips 61 and 62 support one example of the "integrated circuit" of this invention.

[0031] The bumps (conductive projection) 63 and 64 electrically connected with the IC chip 61 are formed in the optical wiring substrate (insulating layer 20) side of the IC chip 61, respectively. The bump 63 is in contact with electrode 18a, and the bump 64 is in contact with the signal electrode 16. Thereby, the IC chip 61 is electrically connected to signal-electrode 40b of a light emitting device 40 through the conductor with which a bump 64, a signal electrode 16, and connection hole 13c were filled up while connecting with electric wiring pattern 12c electrically through the conductor with which a bump 63, electrode 18a, and connection hole 13e were filled up.

[0032] On the other hand, the bumps 65 and 66 electrically connected with the IC chip 62 are formed in the optical wiring substrate (insulating layer 20) side of the IC chip 62, respectively. The bump 65 is in contact with electrode 18b, and the bump 66 is in contact with the signal electrode 17. Thereby, the IC chip 62 is electrically connected to signal-electrode 50b of a photo detector 50 through the conductor with which a bump 66, a signal electrode 17, and 13d of connection holes were filled up while connecting with electric wiring pattern 12d electrically through the conductor with which a bump 65, electrode 18b, and 13f of connection holes were filled up.

[0033] Next, with reference to drawing 4 thru/or drawing 8 , the manufacture approach of the optical wiring module shown in drawing 3 is explained. In addition, drawing 4 thru/or drawing 8 express each production process of the manufacture approach of an optical wiring module, respectively.

[0034] First, as shown in drawing 4 , the substrate 11 (namely, electric wiring section 10) with which the electric wiring patterns 12a-12g were formed, a light emitting device 40, and a photo detector 50 are prepared, respectively. In addition, that by which the electrode 15 electrically connected to electric wiring pattern 12b through the electrode 14 electrically connected to electric wiring pattern 12a through connection hole 13a and connection hole 13b was formed in the front face as the electric

wiring section 10, for example is prepared. Power-source electrode 40a of a light emitting device 40 and the power-source electrode 14 of electric wiring section 10 front face are joined with solder etc. after it, and a light emitting device 40 is mounted on the electric wiring section 10. Moreover, power-source electrode 50a of a photo detector 50 and the power-source electrode 15 of electric wiring section 10 front face are joined with solder etc., and a photo detector 50 is mounted on the electric wiring section 10.

[0035] Next, as shown in drawing 5, lower insulating-layer 20a is formed on the electric wiring section 10 so that a light emitting device 40 and a photo detector 50 may be covered. Formation of this lower insulating-layer 20a is performed by applying an epoxy resin with for example, the roll coat method, the curtain coat method, a spin coat method, or a dip coating method, and heat-treating. Thereby, a light emitting device 40 and a photo detector 50 are laid under the interior of lower insulating-layer 20a. After forming lower insulating-layer 20a, flattening processing of a lower insulating-layer 20a front face is performed.

[0036] Next, so that the end section of the longitudinal direction may correspond to light-emitting part 40c of a light emitting device 40 and the other end may correspond to light sensing portion 50c of a photo detector 50, for example, as were shown in drawing 6, and it is the following, optical waveguide 30 is formed.

[0037] That is, first, in case optical waveguide 30 is formed, after applying so that the refractive index after hardening may become the thickness of about 30 micrometers with a spin coat method about the liquefied epoxy resin which is about 1.54, alignment of the photo mask which is not illustrated on the applied epoxy resin is carried out, and it is arranged on lower insulating-layer 20a. As a photo mask, when it has the light-shielding film in which opening corresponding to optical waveguide 30 was prepared and the thickness of a light-shielding film becomes thin gradually along with the longitudinal direction of opening, the field near the shorter side of opening of a light-shielding film can use what functions as a gray-scale field which makes the amount of the light according to the thickness of a light-shielding film penetrate, for example.

[0038] After arranging a photo mask, light is irradiated towards the electric wiring section 10 side from a photo-mask side. The exposure of this light uses an extra-high pressure mercury lamp, and is 10 mW/cm². It carries out over long time amount (for example, for 3 minutes) with the low output of extent. After it, light is not irradiated among epoxy resins but dissolution removal of the non-hardened part is carried out using an

organic solvent. Thereby, while optical waveguide 30 is formed, Reflectors 30a and 30b are formed in the both ends.

[0039] In addition, what is necessary is just to make it like next, in forming optical waveguide 30A which has the core layer 31 as shown in drawing 2 (A) and (B), and a cladding layer 32. First, on lower insulating-layer 20a, after applying so that the refractive index after hardening may become the thickness of about 30 micrometers with a spin coat method about the liquefied epoxy resin which is about 1.52, heat treatment is performed, resin is stiffened and lower cladding layer 32a (refer to drawing 2 (A)) is formed. Subsequently, the core layer 31 which has Reflectors 31a and 31b to both ends is formed on lower cladding layer 32a using the formation approach of optical waveguide 30 mentioned above, and the same approach. Then, on the exposure of lower cladding layer 32a, and a core layer 31, after applying so that the refractive index after hardening may become the thickness of about 30 micrometers in the upper part of a core layer 31 about the liquefied epoxy resin which is about 1.52 with a spin coat method, heat treatment is performed, resin is solidified and up cladding layer 32b is formed.

[0040] After forming optical waveguide 30, as shown in drawing 7 , up insulating-layer 20b is formed so that optical waveguide 30 may be covered. Up insulating-layer 20b is formed by the same approach using the same ingredient for example, as lower insulating-layer 20a. Thereby, the insulating layer 20 which consists of lower insulating-layer 20a and up insulating-layer 20b is formed.

[0041] Next, as shown in drawing 8 , corresponding to the electric wiring patterns 12c and 12d and signal electrodes 40b and 50b, the connection holes 13c-13f are formed in an insulating layer 20, respectively. While embedding conductors, such as copper, by the galvanizing method or print processes after it at these connection holes 13c-13f, signal electrodes 16 and 17 and Electrodes 18a and 18b are formed, respectively. In addition, formation of the connection holes 13c-13f is performed using laser or a drill. Moreover, when an insulating layer 20 is formed with the ingredient which has photosensitivity, it is also possible to form the connection holes 13c-13f using a photolithography technique.

[0042] Next, while attaching bumps 63 and 64 in the IC chip 61, respectively, bumps 65 and 66 are attached in the IC chip 62, respectively. The IC chips 61 and 62 are mounted on an insulating layer 20 by the flip-chip-bonding method using bumps 63-66 after it. Thereby, the optical wiring module shown in drawing 3 is completed.

[0043] Next, an operation of this optical wiring module is explained.

[0044] By this optical wiring module, if the supply voltage impressed from the outside is impressed to power-source electrode 40a of a light emitting device 40 through electric wiring pattern 12a of the electric wiring section 10, and an electrode 14, actuation of a light emitting device 40 will be attained. Moreover, if the supply voltage impressed from the outside is impressed to power-source electrode 50a of a photo detector 50 through electric wiring pattern 12b and an electrode 15, actuation of a photo detector 50 will be attained. Furthermore, if supply voltage is impressed to the IC chips 61 and 62 through the electric wiring patterns 12c and 12d, Electrodes 18a and 18b, and bumps 63 and 65, the IC chips 61 and 62 will be in the condition that it can operate, respectively.

[0045] If an electrical signal is outputted from the signal pad which is in the condition that a light emitting device 40, a photo detector 50, and the IC chips 61 and 62 can operate, for example, the IC chip 61 does not illustrate, an electrical signal is inputted into signal-electrode 40b of a light emitting device 40 through a signal electrode 16, and a light emitting device 40 will change an electrical signal into a lightwave signal, and will carry out outgoing radiation of the lightwave signal from light-emitting part 40c. Incidence of the lightwave signal which carried out outgoing radiation is carried out to optical waveguide 30, it carries out total reflection in the direction almost perpendicular to the direction of incidence in the reflector 31a, for example, and carries out incidence to the interior of a core layer 31. After it, this lightwave signal spreads the inside of a core layer 31, and reaches reflector 31b. here -- the direction where a lightwave signal is almost perpendicular to the optical propagation direction -- for example, total reflection is carried out, outgoing radiation is carried out to the exterior of optical waveguide 30, and incidence is carried out to light sensing portion 50c of a photo detector 50. The lightwave signal which carried out incidence to the photo detector 50 is changed into an electrical signal, is outputted from signal-electrode 50b, and is inputted into the signal pad which the IC chip 62 does not illustrate through a signal electrode 17. Thus, high-speed transmission of the lightwave signal is carried out between the IC chip 61 and the IC chip 62. Moreover, signals which may be transmitted comparatively at a low speed, such as a low-speed control signal, are transmitted with a predetermined electric wiring pattern with an electrical signal. Here, since optical waveguide 30 is formed in the interior of an insulating layer 20, the damage over optical waveguide 30 is prevented and optical transmission loss has decreased.

[0046] Thus, according to the optical wiring substrate concerning the

gestalt of this operation, since the optical waveguide 30 as optical wiring was arranged in the interior of an insulating layer 20, damage on the optical waveguide 30 by external factors, such as an impact, can be prevented effectively. Therefore, the wiring piece of optical wiring can be prevented. Moreover, the effect of an optical noise is removable. Furthermore, optical transmission loss can be reduced. Therefore, the optical wiring module which was excellent in ***** and an optical propagation property in this optical wiring substrate can be constituted. Moreover, the high-speed transmission of a signal becomes possible.

[0047] Furthermore, if a light emitting device 40 and a photo detector 50 are also arranged in the interior of an insulating layer 20, it is protected also about these and an optical propagation property can be raised further.

[0048] Moreover, if an optical wiring module is constituted using the optical wiring substrate concerning the gestalt of this operation, since the field which can mount electrical parts, such as the IC chips 61 and 62, or other chips will increase on an optical wiring substrate compared with the case where optical wiring is exposed, while the degree of freedom at the time of a design becomes high, these mounting can be performed easily.

[0049] (The 1st modification) Drawing 9 fractures and expresses a part of structure of the optical wiring module concerning the 1st modification of the gestalt of operation of the 1st of this invention. In addition, in the following explanation, the same sign is given to the same part as the component of the gestalt of implementation of the above 1st, and the detailed explanation is omitted here.

[0050] The point that the optical wiring module concerning this modification differs from the optical wiring module of the gestalt of the 1st operation greatly is that optical waveguide 30B, the light emitting device 40, and the photo detector 50 are arranged sequentially from [this] the electric wiring section 10 side on the electric wiring section 10. Therefore, optical waveguide 30B has the main front face of the electric wiring section 10, and the reflectors [as / whose exterior angles to make are acute angles (45 degrees of abbreviation / Here /)] 30c and 30d to both ends here.

[0051] By this optical wiring module, the signal electrode 72 for outputting an electrical signal to the signal electrode 71 with which an electrical signal is impressed from a signal electrode 16, and a signal electrode 17 is formed in the front face of an insulating layer 20.

[0052] 13g of connection holes is formed between the signal electrode 71 and the signal electrode 16, and the signal electrode 71 and the signal electrode 16 are electrically connected through the conductor with which

13g of connection holes was filled up. The bump 73 is formed in the front face of a signal electrode 71, and the signal electrode 71 is electrically connected to signal-electrode 40b of a light emitting device 40 through the bump 73. Moreover, electrode 14A to which supply voltage is impressed from the exterior is prepared in the front face of an insulating layer 20. 13h of connection holes is formed between electrode 14A and power-source electrode 40a of a light emitting device 40, and electrode 14A is electrically connected to power-source electrode 40a through the conductor with which 13h of connection holes was filled up. In addition, electrode 14A is electrically connected to electric wiring pattern 12a through the conductor with which the connection hole which is not illustrated was filled up.

[0053] Connection hole 13i is formed between the signal electrode 72 and the signal electrode 17, and the signal electrode 72 and the signal electrode 17 are electrically connected through the conductor with which connection hole 13i was filled up. The bump 74 is formed in the front face of a signal electrode 72, and the signal electrode 72 is electrically connected to signal-electrode 50b of a photo detector 50 through the bump 74. Moreover, electrode 15A to which supply voltage is impressed from the exterior is prepared in the front face of an insulating layer 20. Connection hole 13j is formed between electrode 15A and power-source electrode 50a of a photo detector 50, and electrode 15A is electrically connected to power-source electrode 50a through the conductor with which connection hole 13j was filled up. In addition, electrode 15A is electrically connected to electric wiring pattern 12b through the conductor with which the connection hole which is not illustrated was filled up.

[0054] By the optical wiring module which has such a configuration, if an electrical signal is outputted from the signal pad which the IC chip 61 does not illustrate, an electrical signal will be inputted into signal-electrode 40b of a light emitting device 40 through a signal electrode 16 and a signal electrode 71. Moreover, the lightwave signal which carried out incidence to the photo detector 50 is changed into an electrical signal, is outputted from signal-electrode 50b, and is inputted into the signal pad of the IC chip 62 through a signal electrode 72 and a signal electrode 17. In addition, others act like the gestalt of the 1st operation. Moreover, the optical wiring module concerning this modification has the same effectiveness as the gestalt of the 1st operation.

[0055] (The 2nd modification) Drawing 10 fractures and expresses a part of structure of the optical wiring module concerning the 2nd modification of the gestalt of operation of the 1st of this invention. In addition, in

the following explanation, the same sign is given to the same part as the component of the gestalt of implementation of the above 1st, and the detailed explanation is omitted here.

[0056] The point that the optical wiring module concerning this modification differs from the optical wiring module of the gestalt of the 1st operation greatly is having replaced with the light emitting device 40 of a surface-emitting type, and the photo detector 50 of a field light-receiving mold, and having light emitting device 40A of an edge surface-emitting type, and photo detector 50A of an end-face light-receiving mold. Therefore, it is not necessary to establish a reflector in the both ends of optical waveguide 30C, and, as for optical waveguide 30C, for example, the cross-section configuration has become rectangle-like here. Moreover, optical waveguide 30C and light emitting device 40A and photo detector 50A are arranged so that one side face of optical waveguide 30C, other side faces of light-emitting part 40c of light emitting device 40A and optical waveguide 30C, and light sensing portion 50c of photo detector 50A may counter, respectively.

[0057] By the optical wiring module which has such a configuration, it acts like the optical wiring module of the gestalt of the 1st operation, and has the same effectiveness. Moreover, since it is not necessary to establish a reflector in the both ends of optical waveguide 30B as mentioned above, it has the advantage that it can manufacture easily.

[0058] [the gestalt of the 2nd operation] -- the configuration of the optical wiring module concerning the gestalt of implementation of the 2nd of this operation is explained first. In addition, in the following explanation, the same sign is given to the same part as the component of the gestalt of implementation of the above 1st, and the detailed explanation is omitted here.

[0059] Drawing 11 fractures and expresses a part of structure of the optical wiring module concerning the gestalt of this operation. A greatly different point from the optical wiring module which requires this optical wiring module for the gestalt of the 1st operation is that a light emitting device 40 and a photo detector 50 are not embedded to the interior of an insulating layer 20, but are arranged in the exterior of an insulating layer 20.

[0060] The light emitting device 40 is arranged so that the light-emitting part 40c may correspond to the side which faced the optical wiring substrate (insulating layer 20) of the IC chip 61 at reflector 30c of optical waveguide 30B. It is in contact with the signal pad which the IC chip 61 does not illustrate, or it is joined with solder etc., and signal-electrode 40b of a light emitting device 40 is electrically connected with the IC chip 61.

Moreover, power-source electrode 40a is electrically connected to electric wiring pattern 12a through the conductor with which the connection hole which is not illustrated was filled up.

[0061] On the other hand, the photo detector 50 is arranged so that the light sensing portion 50c may correspond to the side which faced the optical wiring substrate of the IC chip 62 at 30d of reflectors of optical waveguide 30B. It is in contact with the signal pad which the IC chip 62 does not illustrate, or it is joined with solder etc., and signal-electrode 50b of a photo detector 50 is electrically connected with the IC chip 62. Moreover, power-source electrode 50a is electrically connected to electric wiring pattern 12b through the conductor with which the connection hole which is not illustrated was filled up.

[0062] The electric wiring section 10 can be prepared and the optical wiring module which has such a configuration can be manufactured like the gestalt of the 1st operation by mounting the IC chip 61 which mounted the light emitting device 40, and the IC chip 62 which mounted the photo detector 50, after carrying out sequential formation of lower insulating-layer and optical waveguide 30B and the up insulating layer.

[0063] Thus, like the gestalt of the 1st operation, even if it is the case where the light emitting device 40 and the photo detector 50 are not embedded to the interior of an insulating layer 20, while being able to prevent the wiring piece of optical wiring, and generating of an optical noise, optical transmission loss can be reduced.

[0064] The gestalt of [gestalt of the 3rd operation] book operation is related with the manufacture approach of the optical wiring substrate which imprinted the optical waveguide formed separately beforehand on the electric wiring section 10, and the manufacture approach of an optical wiring module. In addition, drawing 12 and drawing 13 express each production process of the manufacture approach of an optical wiring module, respectively.

[0065] the transparent dummy substrate 81 which was excellent in the gestalt of this operation first at surface smoothness as shown in drawing 12 -- preparing -- this dummy substrate 81 top -- for example, plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) -- the substrate detached core 82 which consists of a silicon dioxide (SiO₂) with a thickness of 500nm by law is formed. Next, after applying on the substrate detached core 82 so that the refractive index after hardening may become the thickness of about 30 micrometers with a spin coat method about the liquefied epoxy resin which is about 1.54, alignment of the photo mask which is not illustrated on the applied epoxy resin is carried out, and it is arranged. As a photo mask,

the same thing as a thing explained, for example with the gestalt of the 1st operation can be used.

[0066] After arranging a photo mask, light is irradiated towards the electric wiring section 10 side from a photo-mask side. The exposure of this light uses an extra-high pressure mercury lamp, and is 10 mW/cm². It carries out for 3 minutes with the output of extent. Here, there are few amounts of absorption of light, and since the epoxy resin excellent in permeability is used, it is thought that the light reflected in the front face and rear face of the dummy substrate 81 also contributes to exposure. Therefore, the field where the epoxy resin was exposed is hardened from a rear-face side, and fixes to the substrate detached core 82. In addition, at this time, the part corresponding to the gray-scale field of a photo mask (specifically light-shielding film) is hardened from a lower layer side, and an upper layer side does not harden it. After irradiating light, light is not irradiated among epoxy resins but dissolution removal of the non-hardened part is carried out using an organic solvent. Thereby, while optical waveguide 30 is formed, the reflectors 30a and 30b where the front face of the dummy substrate 81 and the exterior angle to make were used as the acute angle (45 degrees of abbreviation [Here]) are formed in the both ends.

[0067] Next, as shown in drawing 13 , the optical waveguide 30 in the condition of having been formed on the dummy substrate 81 is stuck on lower insulating-layer 20a, performing alignment. At this time, the glue line 83 which consists of an epoxy resin etc. is allotted between optical waveguide 30 and lower insulating-layer 20a. In addition, drawing 12 and drawing 13 change and show the scale of optical waveguide 30 for convenience.

[0068] Then, it is in the condition of having stuck lower insulating-layer 20a, the dummy substrate 81, and optical waveguide 30, for example, it goes to the electric wiring section 10 side from the dummy substrate 81 side using an extra-high pressure mercury lamp, and they are 10 mW/cm². Light is irradiated for 3 minutes with an output. The epoxy resin which constitutes a glue line 83 hardens by this, and optical waveguide 30 fixes in the location of a request of lower insulating-layer 20a. In addition, you may make it stiffen a glue line 83 by heat treatment.

[0069] Next, the dummy substrate 81 is dipped in a thin hydrogen fluoride (HF) solution or a buffer hydrogen fluoride (BHF;Buffered HF) solution in the condition that lower insulating-layer 20a has fixed to optical waveguide 30. Dissolution removal of the substrate detached core 82 formed between the dummy substrate 81 and optical waveguide 30 is carried out by this, the dummy substrate 81 on the substrate detached core 82 will be in

the condition (lift off) of having dissociated from optical waveguide 30, and optical waveguide 30 will be imprinted at the electric wiring section 10 side (specifically on lower insulating-layer 20a). The process after it is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0070] Thus, with the gestalt of this operation, the optical waveguide 30 with little optical transmission loss can be formed, without being influenced in the shape of [this] toothing, even if it is the case where irregularity exists on the surface of a substrate (here lower insulating-layer 20a), in case optical waveguide 30A is formed since it was made to imprint on the up insulating layer 20 after forming optical waveguide 30 on the dummy substrate 81 excellent in surface smoothness.

[0071] As mentioned above, although the gestalt of operation was mentioned and this invention was explained, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, and is variously deformable. For example, with both the gestalten of the above 1st and the 3rd implementation, although the case where a light emitting device 40 and a photo detector 50 were embedded to the interior of an insulating layer 20 was explained and both the gestalten of implementation of the above 2nd explained the case where a light emitting device 40 and a photo detector 50 were arranged in the exterior of an insulating layer 20, only either the photo detector 40 or the light emitting devices 50 may be made to consider as the configuration embedded in the insulating layer 20. for example, as shown in drawing 14 , in arranging a light emitting device 40 in the interior of an insulating layer 20 and arranging a photo detector 50 in the exterior of an insulating layer 20 Reflector 30a whose exterior angle which counters with light-emitting part 40c, and is made with the main front face of the electric wiring section 10 is an obtuse angle (135 degrees of for example, abbreviation), What is necessary is to counter with light sensing portion 50c, and just to use optical waveguide 30D which has the main front face of the electric wiring section 10, and 30d of reflectors whose exterior angle to make is an acute angle (45 degrees of for example, abbreviation) to the both ends of a longitudinal direction.

[0072] Moreover, although the optical waveguide 30 constituted by only the core layer was imprinted on the electric wiring section 10 with the gestalt of implementation of the above 3rd, it is also possible to imprint optical waveguide 30A which consists of a core layer 31 and a cladding layer 32 as shown in drawing 2 . Furthermore, although the gestalt of implementation of the above 3rd explained the case where the optical wiring module which has the same configuration as the gestalt of implementation of the above 1st was produced, it is applicable also about the case where the optical

wiring module which has the same configuration as the gestalt of implementation of the above 2nd is produced.

[0073] Moreover, although the optical wiring substrate constituted from a gestalt of implementation of the above 1st by the electric wiring section 10 and the insulating layer 20 where optical waveguide 30, the light emitting device 40, and the photo detector 50 were embedded was explained, the optical wiring substrate does not necessarily need to be equipped with the light emitting device 40 and the photo detector 50. Even if it is that case, the effectiveness by having arranged optical waveguide 30 inside an insulating layer 20 is acquired.

[0074] Furthermore, although the gestalt of each above-mentioned implementation explained the case where the IC chips 61 and 62 were mounted on an insulating layer 20, it is also possible to mount other circuit and components.

[0075] In addition, although one layer of optical waveguides was arranged in the interior of an insulating layer 20 with the gestalt of each above-mentioned implementation, it is also possible to carry out the laminating of two or more optical waveguides in the same direction as the electric wiring patterns [12a-12g] direction of a laminating, and to realize multilayering of optical wiring.

[0076]

[Effect of the Invention] Since optical waveguide was arranged inside the base which has an electric wiring pattern according to the optical wiring module given in any 1 term of an optical wiring substrate given in any 1 term of claim 1 thru/or claim 14 or claim 15 thru/or claim 18 as explained above, while high-speed transmission becomes possible with a lightwave signal, the effectiveness that damage on the optical waveguide by the impact from the outside can be prevented effectively is done so.

[0077] Moreover, according to the manufacture approach of an optical wiring module given in any 1 term of the manufacture approach of an optical wiring substrate given in any 1 term of claim 19 thru/or claim 21 or claim 22 thru/or claim 24 Since optical waveguide was embedded to the interior of an insulating layer by forming a lower insulating layer, forming optical waveguide on it, and forming an up insulating layer so that optical waveguide may be covered further, the effectiveness that the optical wiring substrate or the optical wiring module of this invention can be manufactured easily is done so.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view showing the configuration of the optical wiring substrate concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view showing the modification of optical waveguide shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the side elevation which fractures and expresses a part of configuration of the optical wiring module concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 4] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the optical wiring module shown in drawing 3 .

[Drawing 5] It is a sectional view for explaining the process following drawing 4 .

[Drawing 6] It is a sectional view for explaining the process following drawing 5 .

[Drawing 7] It is a sectional view for explaining the process following drawing 6 .

[Drawing 8] It is a sectional view for explaining the process following drawing 7 .

[Drawing 9] It is the side elevation which fractures and expresses a part of optical wiring configuration of module concerning the 1st modification of the optical wiring module shown in drawing 3 .

[Drawing 10] It is the side elevation which fractures and expresses a part of optical wiring configuration of module concerning the 2nd modification of the optical wiring module shown in drawing 3 .

[Drawing 11] It is the side elevation which fractures and expresses a part of configuration of the optical wiring module concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 12] It is a sectional view for explaining the manufacture approach of the optical wiring module concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 13] It is a sectional view for explaining the process following drawing 12 .

[Drawing 14] It is the side elevation which fractures and expresses a part of optical wiring configuration of module concerning other modifications of the optical wiring module shown in drawing 3 .

[Description of Notations]

10 -- The electric wiring section, 11 -- A substrate, 12a-12g -- Electric wiring pattern, 13a-13j -- A connection hole, 14, 14A, 15, 15A, 18a, 18b, 19 -- Electrode, 16, 17, 40b, 50b, 71, 72 -- A signal electrode, 20 -- Insulating layer, 20a -- A lower insulating layer, 20b -- An up insulating layer, 30, 30A-30D -- Optical waveguide, 30a-30d, 31a, 31b -- A reflector, 31 -- A core layer, 32 -- Cladding layer, 40 40A [-- A photo detector, 50c / -- 61 A light sensing portion, 62 / -- 73 IC chip, 63-66 74 / -- A bump, 81 / -- A dummy substrate, 82 / -- A substrate detached core, 83 / -- Glue line] -- A light emitting device, 40a, 50a -- A power-source electrode, 40c -- 50 A light-emitting part, 50A

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-6161

(P2002-6161A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 B 6/122		H 0 1 L 31/12	C 2 H 0 4 7
6/12		H 0 5 K 3/46	Q 5 E 3 4 6
6/13			Z 5 F 0 8 8
H 0 1 L 31/0232		G 0 2 B 6/12	B 5 F 0 8 9
31/12			N

審査請求 未請求 請求項の数24 O.L (全13頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-183441(P2000-183441)

(22)出願日 平成12年6月19日(2000.6.19)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小川 剛

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(74)代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

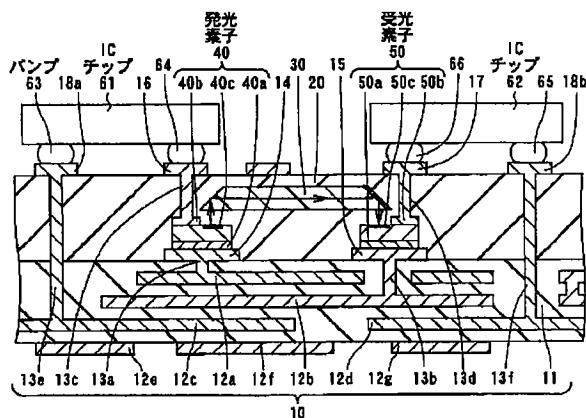
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法

(57)【要約】

【課題】 信号の高速伝送を可能にすると共に、外部要因による損傷を効果的に防止することを可能とする配線基板および配線基板モジュール並びにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 絶縁性を有する基板11に電気配線パターン12a～12gが形成された電気配線部10と、この電気配線基部10を覆うように設けられた絶縁層20とを備えており、絶縁層20の内部に光配線としての光導波路30が配設されている。絶縁層20の内部には、また、発光素子40および受光素子50が配設され、絶縁層20の電気配線部10と反対側には、ICチップ61、62が配設されている。光導波路30が絶縁層20の内部に配設されているので、光配線の配線切れや光学的雑音を防止することができる。また、光伝搬損失を低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気配線パターンを有する基体と、前記基体の内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路とを備えたことを特徴とする光配線基板。

【請求項2】 さらに、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子とを備えたことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項3】 前記基体は、電気配線パターンが形成された電気配線部と、この電気配線部を覆う絶縁層とを含むことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項4】 前記光導波路は、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項5】 さらに、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子とを備え、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方が、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項4記載の光配線基板。

【請求項6】 前記発光素子は、電気信号を印加するための第1の信号印加電極を有し、前記絶縁層の表面には、外部から電気信号が印加される第2の信号印加電極が配設され、前記第1の信号印加電極と前記第2の信号印加電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項5記載の光配線基板。

【請求項7】 前記発光素子は、電源電圧を印加するための第1の電源電極をさらに有し、前記電気配線部は、外部から電源電圧が印加される第2の電源電極を有し、前記第1の電源電極と前記第2の電源電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項6記載の光配線基板。

【請求項8】 前記受光素子は、受信した光信号に応じた電気信号を出力するための第1の信号出力電極を有し、前記絶縁層の表面には、外部へ電気信号を出力するための第2の信号出力電極が配設され、前記第1の信号出力電極と前記第2の信号出力電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項5記載の光配線基板。

【請求項9】 前記受光素子は、電源電圧を印加するための第3の電源電極をさらに有し、前記電気配線部は、外部から電源電圧が印加される第4の電源電極を有し、前記第3の電源電極と前記第4の電源電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項8記載の光配線基板。

【請求項10】 前記光導波路は、

光を伝搬させるコア層と、このコア層の周囲を包むクラッド層とを含むことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項11】 前記光導波路は、ポリイミド、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂および合成ゴムからなる群のうちの少なくとも1種を含む材料によりなることを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項12】 前記電気配線部は、複数層の電気配線パターンを含むことを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項13】 前記電気配線部は、酸化アルミニウム、ガラスセラミック、窒化アルミニウムおよびムライトからなる群のうちの少なくとも1種を含む無機材料により構成された基板に電気配線パターンが形成されてなることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項14】 前記電気配線部は、ガラスエポキシ樹脂、ポリイミド、B T樹脂、P P E (Polyphenyl ether)樹脂、フェノール樹脂およびポリオレフィン樹脂からなる群のうちの少なくとも1種を含む有機材料により構成された基板に電気配線パターンが形成されてなることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項15】 電気配線パターンを有する基体と、前記基体の内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路と、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子と、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路とを備えたことを特徴とする光配線モジュール。

【請求項16】 前記基体は、電気配線パターンが形成された電気配線部と、この電気配線部を覆う絶縁層とを含むことを特徴とする請求項15記載の光配線モジュール。

【請求項17】 前記光導波路は、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項16記載の光配線モジュール。

【請求項18】 前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方が、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項16記載の光配線モジュール。

【請求項19】 電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、前記下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも前記光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程とを含むことを特徴とする光配線基板の製造方法。

【請求項20】 前記光導波路を形成する工程は、前記光導波路を所定のダミー基板上に形成する工程と、前記ダミー基板上に形成された光導波路を前記上部絶縁

層の上に転写する工程とを含むことを特徴とする請求項19記載の光配線基板の製造方法。

【請求項21】前記上部絶縁層または前記下部絶縁層により覆われるよう、発光素子または受光素子の少なくとも一方を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項19記載の光配線基板の製造方法。

【請求項22】電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、前記下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも前記光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程と、光信号を発信するための発光素子および光信号を受信するための受光素子を形成する工程と、前記上部絶縁層の上に、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路を形成する工程とを含むことを特徴とする光配線モジュールの製造方法。

【請求項23】前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方を、前記上部絶縁層または前記下部絶縁層の内部に埋設されるように形成することを特徴とする請求項22記載の光配線モジュールの製造方法。

【請求項24】前記発光素子および前記受光素子を、前記上部絶縁層の上に形成することを特徴とする請求項22記載の光配線モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報伝達信号の高速化を可能にする光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】IC (Integrated Circuit; 集積回路) や LSI (Large Scale Integrated Circuit; 大規模集積回路) における技術の進歩により、それらの動作速度や集積規模が向上し、例えばマイクロプロセッサの高性能化やメモリチップの大容量化が急速に達成されている。従来、機器内のボード間、あるいはボード内のチップ間など比較的短距離間の情報伝達は、主に、電気信号により行われてきた。今後、集積回路の性能を更に向上させるためには、信号の高速化や信号配線の高密度化が必要となるが、電気信号配線（電気配線）においては、それら高速化および高密度化が困難であると共に、配線のCR (C:配線の静電容量、R:配線の抵抗) 時定数による信号遅延が問題となってしまう。また、電気信号の高速化や電気配線の高密度化は、EMI (Electromagnetic Interference) ノイズやチャンネル間のクロストークの原因となるため、その対策も不可欠となる。

【0003】そこで、これらの問題を解消するものとして、光配線（光信号配線、光インターフェクション）が注目されている。光配線は、機器間、機器内のボード

間、あるいはボード内のチップ間など種々の箇所に適用可能であると考えられている。中でも、チップ間のような短距離間の信号の伝送には、チップが搭載されている基板上に光導波路を形成し、これを伝送路とした光伝送・通信システムを構築することが好適であると考えられる。

【0004】このような光伝送・通信システムにおいては、電気信号を光信号に変換するための発光素子、光信号を電気信号に変換するための受光素子、および発光素子や受光素子との間で電気信号の授受を行うためのICチップなどを装備する必要があり、これらの素子への電力の供給や比較的低速の各種のコントロール信号などの伝送は、依然として電気信号により行う必要がある。そのため、基板上あるいは基板に電気配線を形成することが必須である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】電気配線と光配線とを備えたハイブリッド型の光配線基板は、例えば、シリコン基板やガラス基板上に電気配線としての薄膜多層配線を形成し、その上に光配線としての光導波路を形成することにより得られると考えられる。また、通常のプリント配線基板などの電気配線を有する基板の上に光導波路を形成することによっても得られると考えられる。これらのハイブリッド型の光配線基板を作製する場合、光導波路の材料に高分子化合物を用いて低温プロセスにより形成することが考えられる。

【0006】しかしながら、光導波路を基板上に露出させて配置した場合には、その光導波路が機械的な損傷を受けやすい。このため、光導波路の一部に、配線切れが起こったり、光伝搬損失が生じたり、洩込光などによる光学的な雑音が発生してしまうという問題がある。また、基板の表面に光導波路が存在することから、光導波路を避けるようにして半導体チップおよびその他のチップ部品を実装しなければならず、配線基板全体としての実装領域に制約が生じてしまうという問題もある。

【0007】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、信号の高速伝送を可能にすると共に、外部要因による損傷を効果的に防止することを可能とする光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による光配線基板は、電気配線パターンを有する基体と、基体に内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路とを備えたものである。

【0009】本発明による光配線モジュールは、電気配線パターンを有する基体と、基体に内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路と、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子と、発光素子または受光素子の少なくとも一方との間で電気信

号の授受を行う集積回路とを備えたものである。

【0010】本発明による光配線基板の製造方法は、電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程とを含むものである。

【0011】本発明による光配線モジュールの製造方法は、電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程と、光信号を発信するための発光素子および光信号を受信するための受光素子を形成する工程と、上部絶縁層の上に、発光素子または受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路を形成する工程とを含むものである。

【0012】本発明による光配線基板または光配線モジュールでは、基体に設けられた電気配線により電気信号が伝送され、基体内部の光導波路により光信号が伝送される。

【0013】本発明による光配線基板の製造方法または光配線モジュールの製造方法では、電気配線部の上に形成された下部絶縁層の上に光導波路が形成され、この光導波路を覆うように上部絶縁層が形成される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0015】【第1の実施の形態】まず、本実施の第1の実施の形態に係る光配線基板および光配線モジュールの構成について説明する。

【0016】図1は、本実施の形態に係る光配線基板の断面構造を表すものである。この光配線基板は、電気配線部10と、この電気配線部10を覆うように設けられた絶縁層20とを備えている。絶縁層20の内部には、光配線としての光導波路30、発光素子40および受光素子50が埋設されている。ここで、電気配線部10と絶縁層20とを合わせたものが、本発明の「基体」の一具体例に対応している。

【0017】電気配線部10は、絶縁性を有する基板11と、この基板11の表面および内部に設けられ、例えば銅(Cu)などの導電材料からなる複数の電気配線パター
ン12a～12gとを含んでいる。電気配線パターン12a～12dは基板11の内部に形成され、電気配線パターン12e～12gは基板11の一方の表面(図1では裏面側)に形成されている。電気配線パターン12cと電気配線パターン12dとは、例えば同一階層(以下、第1階層という。)に形成されているが、両者間は電気的に絶縁されている。また、電気配線パターン12aおよび電気配線パターン12dは、例えば第1階

層とは異なる2つの階層にそれぞれ形成されている。すなわち、ここでは、電気配線パターン12a～12gは、多層化されている。

【0018】電気配線パターン12aは、発光素子40用の電源ラインであり、電気配線パターン12bは、受光素子50用の電源ラインである。電気配線パターン12cは、後述するICチップ61(図3参照)用の電源ラインであり、電気配線パターン12dは、後述するICチップ62(図3参照)用の電源ラインである。また、電源配線パターン12e～12gは、図示しない他の素子間を電気的に接続するためのものである。

【0019】基板11の他方の表面には、外部から電源電圧が印加される電極14、15が設けられている。電極14と電気配線パターン12aとの間には接続孔(スルーホール)13aが形成されており、電極14は接続孔13aに充填された銅などの導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。電極15と電気配線パターン12bとの間には接続孔13bが形成されており、電極15は接続孔13bに充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。ここで、電極14が本発明における「第2の電源電極」の一具体例に対応し、電極15が本発明における「第4の電源電極」の一具体例に対応している。

【0020】発光素子40は、電極14と対向して配設されている。この発光素子40は、電源電圧を印加するための電源電極40aと、電気信号を印加するための信号電極40bと、発光部40cとを有している。電源電極40aは電極14に接触しているか、あるいは半田などにより接合されて電極14と電気的に接続されている。ここで、電源電極40aが本発明の「第1の電源電極」の一具体例に対応し、信号電極40bが本発明の「第1の信号印加電極」の一具体例に対応している。

【0021】受光素子50は、電極15と対向して配設されている。この受光素子50は、電源電圧を印加するための電源電極50aと、受信した光信号に応じた電気信号を出力するための信号電極50bと、受光部50cとを有している。電源電極50aは電極15に接触しているか、あるいは半田などにより接合されて電極15と電気的に接続されている。ここで、電源電極50aが本発明の「第3の電源電極」の一具体例に対応し、信号電極50bが本発明の「第1の信号出力電極」の一具体例に対応している。

【0022】絶縁層20の表面(基板11側と反対側の表面)には、例えば、外部から電気信号が印加される信号電極16、外部へ電気信号を出力するための信号電極17、外部から電源電圧が印加される電極18a、18bおよびその他の電極19などが設けられている。信号電極16と発光素子40の信号電極40bとの間には接続孔13cが形成されており、信号電極16は接続孔13cに充填された導電体を介して信号電極40bに電気

的に接続されている。信号電極17と受光素子50の信号電極50bとの間には接続孔13dが形成されており、信号電極17は接続孔13dに充填された導電体を介して信号電極50bに電気的に接続されている。電極18aと電気配線パターン12cとの間には接続孔13eが形成されており、電極18aは接続孔13eに充填された導電体を介して電気配線パターン12cに電気的に接続されている。また、電極18bと電気配線パターン12dとの間には接続孔13fが形成されており、電極18bは接続孔13fに充填された導電体を介して電気配線パターン12dに電気的に接続されている。ここで、信号電極16が本発明の「第2の信号印加電極」の一具体例に対応し、信号電極17が本発明の「第2の信号出力電極」の一具体例に対応している。

【0023】光導波路30は、発光素子40と受光素子50との間に配設されている。この光導波路30は、例えば長手方向の両端部に、電気配線部10の主表面となす外角が鈍角（ここでは、略135°）である反射面30a、30bを有している。反射面30aは発光素子40の発光部40cと対向するように位置しており、発光部40cから発せられた光信号を光導波路30内の長手方向に反射するようになっている。反射面30bは受光素子50の受光部50cと対向するように位置しており、光導波路30内をその長手方向に沿って伝搬してきた光信号を受光部50cの方向に反射するようになっている。なお、光導波路30の電気配線部10の表面となす外角とは、光導波路30の光伝搬方向（長手方向）に沿った断面が閉じた图形であると考えた場合におけるこの图形の外角のことを意味する。また、図1では、光導波路30の下面と発光素子40および受光素子50の上面との間がわずかに離れているが、これらは接していてもよい。

【0024】電気配線部10には、例えば、セラミック多層配線基板、有機多層配線基板、ガラスエポキシ配線基板、ビルトアップ多層配線基板およびプリント配線基板などを用いることができる。ここで、セラミック多層配線基板とは、基板11が、酸化アルミニウム(A1₂O₃)、ガラスセラミック（例えば、低温焼成ガラスセラミック）、窒化アルミニウム(A1N)およびムライトからなる群のうちの少なくとも1種を含む無機材料により構成されたものとをいう。有機多層配線基板とは、基板11が、ガラスエポキシ樹脂、ポリイミド、BT樹脂、PPE(Polyphenyl ether)樹脂、フェノール樹脂およびポリオレフィン樹脂（例えばデュポン社製のテフロン（登録商標））からなる群のうちの少なくとも1種を含む有機材料により構成されたものとをいう。なお、有機多層配線基板のうちフィルム状のポリイミドなどにより構成されたものは、フレキシブル多層配線基板とも呼ばれている。ガラスエポキシ多層配線基板とは、基板11が、FR-4などのガラスエポキシ樹脂

により構成されたものとをいい、ビルトアップ多層配線基板とは、通常のガラスエポキシ配線基板上に例えば感光性あるいは非感光性のエポキシ樹脂、感光性あるいは非感光性のポリイミド、または感光性あるいは非感光性のベンゾシクロブテン（BCB）などの樹脂を用いたフォトリソグラフィ技術により高密度に電気配線パターンが形成されたものとをいう。また、プリント配線基板とは、例えば誘電体材料からなるコア基板上に電気配線パターンが高密度に印刷された印刷基板が配設されたものとをいう。

【0025】絶縁層20は、例えば、厚さ100μmのエポキシ樹脂により構成されている。なお、光導波路30と発光素子40および受光素子50とが離間して配置される場合には、絶縁層20を光信号に対して透明な材料により形成することが好ましい。光信号が伝送される際の光伝搬損失を抑制することができるからである。

【0026】光導波路30は、例えば、屈折率が1.54程度のビスフェノールを主材とするエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。

【0027】なお、光導波路30は、図1に示したような構造に限らず、他の構造であってもよい。例えば、図2(A)、(B)に示したように、コア層31、およびコア層31を囲むようにして形成されたクラッド層32よりなる構造の光導波路30Aとしてもよい。ちなみに、図2(A)は図1と同様の方向において切断した光導波路30Aの断面構造を表すものであり、図2(B)は図2(A)のIIB-IIB線に沿った断面に対応するものである。

【0028】この光導波路30Aでは、コア層31は例えば屈折率が1.54程度のビスフェノールを主材とするエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。このコア層31は、例えば、長手方向の両端部に反射面31a、31bを有している。クラッド層32は、コア層31の構成材料よりも屈折率の小さい材料、例えば屈折率が1.52程度のエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。このように、光導波路30Aに屈折率差を設けた方が、光伝搬損失が少ないので好ましい。なお、クラッド層32およびコア層31は、コア層31の屈折率がクラッド層32の屈折率よりも大きいという条件を満たすものであれば、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどのアクリル樹脂、ポリエチレンやポリスチレンなどのポリオレフィン樹脂、または合成ゴムなどの他の材料により構成するようにしてよい。

【0029】発光素子40は、例えば面発光型の発光ダイオード(light emitting diode; LED)により構成されている。ここで面発光型とは、素子の主表面（最も大きい面積を有する表面）から光が射出されるものとをいう。また、受光素子50は、例えば面発光型のフォトダイオードにより構成されている。ここで面受光型

とは、主表面によって光を受けるものとをいう。

【0030】このような構成を有する光配線基板は、例えば図3に示したような光配線モジュールとして用いられる。この光配線モジュールは、例えば、図1に示した光配線基板の絶縁層20の電気配線部10と反対側に、ICチップ61, 62が配設されたものである。ICチップ61, 62には、例えば信号処理回路やメモリ回路などの電子回路がそれぞれ集積されている。ここで、ICチップ61, 62が、本発明の「集積回路」の一具体例に対応している。

【0031】ICチップ61の光配線基板（絶縁層20）側には、ICチップ61と電気的に接続されたバンプ（導電性突起）63, 64がそれぞれ設けられている。バンプ63は電極18aと接触しており、バンプ64は信号電極16と接触している。これにより、ICチップ61は、バンプ63, 電極18aおよび接続孔13eに充填された導電体を介して電気配線パターン12cに電気的に接続されると共に、バンプ64, 信号電極16および接続孔13cに充填された導電体を介して発光素子40の信号電極40bに電気的に接続されている。

【0032】一方、ICチップ62の光配線基板（絶縁層20）側には、ICチップ62と電気的に接続されたバンプ65, 66がそれぞれ設けられている。バンプ65は電極18bと接触しており、バンプ66は信号電極17と接触している。これにより、ICチップ62は、バンプ65, 電極18bおよび接続孔13fに充填された導電体を介して電気配線パターン12dに電気的に接続されると共に、バンプ66, 信号電極17および接続孔13dに充填された導電体を介して受光素子50の信号電極50bに電気的に接続されている。

【0033】次に、図4ないし図8を参照して、図3に示した光配線モジュールの製造方法について説明する。なお、図4ないし図8は、光配線モジュールの製造方法の各製造工程をそれぞれ表すものである。

【0034】まず、図4に示したように、電気配線パターン12a～12gが形成された基板11（すなわち、電気配線部10）、発光素子40および受光素子50をそれぞれ用意する。なお、電気配線部10としては、例えば、その表面に、接続孔13aを介して電気配線パターン12aに電気的に接続された電極14および接続孔13bを介して電気配線パターン12bに電気的に接続された電極15が形成されたものを用意する。その後、発光素子40の電源電極40aと電気配線部10表面の電源電極14とを例えば半田などにより接合して、発光素子40を電気配線部10の上に実装する。また、受光素子50の電源電極50aと電気配線部10表面の電源電極15とを例えば半田などにより接合して、受光素子50を電気配線部10の上に実装する。

【0035】次に、図5に示したように、発光素子40および受光素子50を覆うように、電気配線部10の上

に下部絶縁層20aを形成する。この下部絶縁層20aの形成は、例えば、ロールコート法、カーテンコート法、スピンドルコート法あるいはディップコート法によりエポキシ樹脂を塗布し、熱処理することにより行う。これにより、発光素子40および受光素子50が下部絶縁層20aの内部に埋設される。下部絶縁層20aを形成したのち、下部絶縁層20a表面の平坦化処理を行う。

【0036】次に、図6に示したように、その長手方向の一端部が発光素子40の発光部40cに対応し、他端部が受光素子50の受光部50cに対応するように、例えば以下のようにして光導波路30を形成する。

【0037】すなわち、光導波路30を形成する際には、まず、下部絶縁層20aの上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.54程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるように塗布したのち、塗布したエポキシ樹脂上に図示しないフォトマスクを位置合わせて配置する。フォトマスクとしては、例えば、光導波路30に対応する開口が設けられた遮光膜を備え、開口の長手方向に沿って遮光膜の厚さが漸次薄くなることによって、遮光膜の開口の短辺近傍領域が遮光膜の厚さに応じた光の量を透過させるグレースケール領域として機能するようになっているものを用いることができる。

【0038】フォトマスクを配置したのち、フォトマスク側から電気配線部10側に向けて光を照射する。この光の照射は、例えば、超高压水銀ランプを用いて、10mW/cm²程度の低い出力で長い時間（例えば、3分間）をかけて行う。その後、エポキシ樹脂のうち光が照射されず未硬化の部分を例えば有機溶剤を用いて溶解除去する。これにより、光導波路30が形成されると共に、その両端部に反射面30a, 30bが形成される。

【0039】なお、図2(A), (B)に示したようなコア層31とクラッド層32とを有する光導波路30Aを形成する場合には、次のようにすればよい。まず、下部絶縁層20aの上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.52程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるように塗布したのち、例えば熱処理を行って樹脂を硬化させ、下部クラッド層32a

（図2(A)参照）を形成する。次いで、下部クラッド層32aの上に、例えば上述した光導波路30の形成方法と同様の方法を用いて、両端部に反射面31a, 31bを有するコア層31を形成する。続いて、下部クラッド層32aの露出面およびコア層31の上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.52程度の液状のエポキシ樹脂をコア層31の上部において30μm程度の厚さになるように塗布したのち、熱処理を行って樹脂を固化させ、上部クラッド層32bを形成する。

【0040】光導波路30を形成したのち、図7に示したように、光導波路30を覆うように、上部絶縁層20bを形成する。上部絶縁層20bは、例えば、下部絶縁

層20aと同一の材料を用いて同一の方法により形成する。これにより、下部絶縁層20aおよび上部絶縁層20bよりなる絶縁層20が形成される。

【0041】次に、図8に示したように、電気配線パターン12c, 12dおよび信号電極40b, 50bに対応して絶縁層20に接続孔13c～13fをそれぞれ形成する。そのうち、例えめつき法あるいは印刷法によりこれらの接続孔13c～13fに銅などの導電体を埋め込むと共に、信号電極16, 17および電極18a, 18bをそれぞれ形成する。なお、接続孔13c～13fの形成は、例えめつき法あるいはドリルを用いて行う。また、絶縁層20を感光性を有する材料により形成した場合には、フォトリソグラフィ技術を用いて接続孔13c～13fを形成することも可能である。

【0042】次に、ICチップ61にバンプ63, 64をそれぞれ取り付けると共に、ICチップ62にバンプ65, 66をそれぞれ取り付ける。そのうち、ICチップ61, 62を例えめつき法によって絶縁層20の上に実装する。これにより、図3に示した光配線モジュールが完成する。

【0043】次に、この光配線モジュールの作用について説明する。

【0044】この光配線モジュールでは、外部から印加された電源電圧が、電気配線部10の電気配線パターン12aおよび電極14を介して発光素子40の電源電極40aに印加されると、発光素子40が動作可能な状態になる。また、外部から印加された電源電圧が、電気配線パターン12bおよび電極15を介して受光素子50の電源電極50aに印加されると、受光素子50が動作可能な状態になる。さらに、電気配線パターン12c, 12d、電極18a, 18bおよびバンプ63, 65を介してICチップ61, 62に電源電圧が印加されると、ICチップ61, 62がそれぞれ動作可能な状態になる。

【0045】発光素子40、受光素子50およびICチップ61, 62が動作可能な状態で、例えめつき法あるいは印刷法により形成した信号パッドから電気信号が输出されると、信号電極16を介して発光素子40の信号電極40bへ電気信号が入力され、発光素子40は電気信号を光信号に変換して発光部40cから光信号を出射する。出射した光信号は、光導波路30に入射し、その反射面31aにおいて入射方向とほぼ垂直の方向に例えめつき法によって反射してコア層31の内部に入射する。その後、この光信号は、コア層31内を伝搬し、反射面31bに到達する。ここで、光信号は、光導波路30の表面に垂直の方向に例えめつき法によって反射して、光導波路30の外部に出射し、受光素子50の受光部50cに入射する。受光素子50に入射した光信号は、電気信号に変換されて信号電極50bから出力されて、信号電極17を介してICチップ62

の図示しない信号パッドに入力される。このようにして、ICチップ61とICチップ62との間で光信号が高速伝送される。また、低速コントロール信号などの比較的低速で伝送してもよい信号は、所定の電気配線パターンによって電気信号のまま伝送される。ここでは、光導波路30が絶縁層20の内部に設けられているので、光導波路30に対する損傷が防止されており、光伝搬損失が少なくなっている。

【0046】このように本実施の形態に係る光配線基板によれば、光配線としての光導波路30を絶縁層20の内部に配設するようにしたので、衝撃などの外部要因による光導波路30の損傷を効果的に防止することができる。従って、光配線の配線切れを防止することができる。また、光学的な雑音の影響を除去することができる。さらに、光伝搬損失を低減することができる。よって、この光配線基板を用れば、光伝搬特性に優れた光配線モジュールを構成することができる。また、信号の高速伝送が可能になる。

【0047】さらに、発光素子40や受光素子50をも絶縁層20の内部に配設すれば、これらについても保護され、光伝搬特性をさらに向上させることができる。

【0048】また、本実施の形態に係る光配線基板を用いて光配線モジュールを構成すれば、光配線が露出している場合に比べて、光配線基板上にICチップ61, 62などの電気部品あるいはその他のチップ部品を実装可能な領域が増加するので、設計時の自由度が高くなると共に、これらの実装を容易に行うことができる。

【0049】(第1の変形例) 図9は、本発明の第1の実施の形態の第1の変形例に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0050】本変形例に係る光配線モジュールが第1の実施の形態の光配線モジュールと大きく異なる点は、電気配線部10の上に、光導波路30Bと発光素子40および受光素子50とが電気配線部10側からこの順に配置されていることである。従って、ここでは、光導波路30Bは、例えめつき法によって、電気配線部10の主表面となす外角が鋭角(ここでは、略45°)であるような反射面30c, 30dを有している。

【0051】この光配線モジュールでは、絶縁層20の表面に、信号電極16から電気信号が印加される信号電極71、および信号電極17へ電気信号を出力するための信号電極72が設けられている。

【0052】信号電極71と信号電極16との間には接続孔13gが形成されており、信号電極71と信号電極16とは接続孔13gに充填された導電体を介して電気的に接続されている。信号電極71の表面にはバンプ73が設けられており、信号電極71はバンプ73を介し

て発光素子40の信号電極40bに電気的に接続されている。また、絶縁層20の表面には、外部から電源電圧が印加される電極14Aが設けられている。電極14Aと発光素子40の電源電極40aとの間には接続孔13hが形成されており、電極14Aは接続孔13hに充填された導電体を介して電源電極40aに電気的に接続されている。なお、電極14Aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。

【0053】信号電極72と信号電極17との間には接続孔13iが形成されており、信号電極72と信号電極17とは接続孔13iに充填された導電体を介して電気的に接続されている。信号電極72の表面にはバンプ74が設けられており、信号電極72はバンプ74を介して受光素子50の信号電極50bに電気的に接続されている。また、絶縁層20の表面には、外部から電源電圧が印加される電極15Aが設けられている。電極15Aと受光素子50の電源電極50aとの間には接続孔13jが形成されており、電極15Aは接続孔13jに充填された導電体を介して電源電極50aに電気的に接続されている。なお、電極15Aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。

【0054】このような構成を有する光配線モジュールでは、ICチップ61の図示しない信号パッドから電気信号が outputされると、信号電極16および信号電極71を介して発光素子40の信号電極40bへ電気信号が入力される。また、受光素子50に入射した光信号は、電気信号に変換されて信号電極50bから出力されて、信号電極72および信号電極17を介してICチップ62の信号パッドに入力される。なお、その他は第1の実施の形態と同様に作用する。また、本変形例に係る光配線モジュールは、第1の実施の形態と同様の効果を有する。

【0055】(第2の変形例) 図10は、本発明の第1の実施の形態の第2の変形例に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0056】本変形例に係る光配線モジュールが第1の実施の形態の光配線モジュールと大きく異なる点は、面発光型の発光素子40および面受光型の受光素子50に代えて、端面発光型の発光素子40Aおよび端面受光型の受光素子50Aを備えていることである。従って、ここでは、光導波路30Cの両端部に反射面を設ける必要がなく、光導波路30Cは例えば断面形状が矩形状となっている。また、光導波路30C、発光素子40Aおよび受光素子50Aは、光導波路30Cの一側面と発光素子40Aの発光部40c、光導波路30Cの他の側面と

受光素子50Aの受光部50cとがそれぞれ対向するように配設されている。

【0057】このような構成を有する光配線モジュールでは、第1の実施の形態の光配線モジュールと同様に作用し、同様の効果を有する。また、上述したように光導波路30Bの両端部に反射面を設ける必要がないので、容易に製造することができるという利点を有する。

【0058】[第2の実施の形態] まず、本実施の第2の実施の形態に係る光配線モジュールの構成について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0059】図11は、本実施の形態に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。この光配線モジュールが第1の実施の形態に係る光配線モジュールと大きく異なる点は、発光素子40および受光素子50が絶縁層20の内部に埋め込まれておらず、絶縁層20の外部に配設されていることである。

【0060】発光素子40は、例えば、ICチップ61の光配線基板(絶縁層20)に面した側に、その発光部40cが光導波路30Bの反射面30cに対応するように配置されている。発光素子40の信号電極40bは、ICチップ61の図示しない信号パッドに接触しているか、あるいは半田などにより接合されてICチップ61と電気的に接続されている。また、電源電極40aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。

【0061】一方、受光素子50は、例えば、ICチップ62の光配線基板に面した側に、その受光部50cが光導波路30Bの反射面30dに対応するように配置されている。受光素子50の信号電極50bは、ICチップ62の図示しない信号パッドに接触しているか、あるいは半田などにより接合されてICチップ62と電気的に接続されている。また、電源電極50aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。

【0062】このような構成を有する光配線モジュールは、例えば、電気配線部10を用意し、第1の実施の形態と同様にして、下部絶縁層、光導波路30B、上部絶縁層を順次形成したのち、発光素子40を実装したICチップ61と、受光素子50を実装したICチップ62とを実装することにより製造することができる。

【0063】このように発光素子40および受光素子50が絶縁層20の内部に埋め込まれていない場合であっても、第1の実施の形態と同様に、光配線の配線切れおよび光学的雑音の発生を防止できると共に、光伝搬損失を低減することができる。

【0064】[第3の実施の形態] 本実施の形態は、予め別途形成した光導波路を電気配線部10の上に転写するようにした光配線基板の製造方法および光配線モジュ

ールの製造方法に関するものである。なお、図12および図13は、光配線モジュールの製造方法の各製造工程をそれぞれ表すものである。

【0065】本実施の形態では、まず、図12に示したように、例えば、平坦性に優れた透明なダミー基板81を用意し、このダミー基板81の上に、例えば、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により厚さ500nmの二酸化ケイ素(SiO₂)よりなる基板分離層82を形成する。次に、基板分離層82の上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.54程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるように塗布したのち、塗布したエポキシ樹脂上に図示しないフォトマスクを位置合わせして配置する。フォトマスクとしては、例えば第1の実施の形態で説明したもの同様のものを用いることができる。

【0066】フォトマスクを配置したのち、フォトマスク側から電気配線部10側に向けて光を照射する。この光の照射は、例えば、超高圧水銀ランプを用いて、10mW/cm²程度の出力で3分間行う。ここでは、光の吸収量が少なく、透過性に優れたエポキシ樹脂を用いているので、ダミー基板81の表面および裏面において反射した光も露光に寄与すると考えられる。そのため、エポキシ樹脂の露光された領域は裏面側から硬化して、基板分離層82に固着する。なお、このとき、フォトマスク(具体的には、遮光膜)のグレースケール領域に対応する部分は、下層側から硬化し、上層側は硬化しない。光の照射を行ったのち、エポキシ樹脂のうち光が照射されず未硬化の部分を例えば有機溶剤を用いて溶解除去する。これにより、光導波路30が形成されると共に、その両端部にダミー基板81の表面となす外角が鋭角(ここでは、略45°)とされた反射面30a、30bが形成される。

【0067】次に、図13に示したように、ダミー基板81上に形成された状態の光導波路30を、位置合わせを行いながら下部絶縁層20aの上に密着させる。このとき、光導波路30と下部絶縁層20aとの間には、エポキシ樹脂などによる接着層83を配するようとする。なお、図12と図13とでは、便宜上、光導波路30の縮尺を変えて示している。

【0068】続いて、下部絶縁層20aとダミー基板81および光導波路30とを密着させた状態で、例えば、超高圧水銀ランプを用いて、ダミー基板81側から電気配線部10側に向かって10mW/cm²の出力で3分間光を照射する。これにより、接着層83を構成するエポキシ樹脂が硬化し、光導波路30は下部絶縁層20aの所望の位置に固着される。なお、接着層83は、熱処理により硬化させるようとしてもよい。

【0069】次に、光導波路30に下部絶縁層20aが固着されている状態で、ダミー基板81を、例えば薄いフッ化水素(HF)溶液、または緩衝フッ化水素(BH

F; Buffered HF)溶液に浸す。これにより、ダミー基板81と光導波路30との間に形成された基板分離層82が溶解除去され、基板分離層82上のダミー基板81が光導波路30から分離された状態(リフトオフ)となり、光導波路30が電気配線部10側(具体的には、下部絶縁層20a上)に転写される。それ以降の工程は、第1の実施の形態と同様である。

【0070】このように本実施の形態では、光導波路30を平坦性に優れたダミー基板81上に形成したのち、上部絶縁層20a上に転写するようにしたので、光導波路30Aを形成する際に下地(ここでは、下部絶縁層20a)の表面に凹凸が存在する場合であっても、この凹凸形状に影響されることなく、光伝搬損失の少ない光導波路30を形成することができる。

【0071】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記第1および第3の実施の形態では、発光素子40および受光素子50が共に絶縁層20の内部に埋め込まれた場合について説明し、上記第2の実施の形態では、発光素子40および受光素子50が共に絶縁層20の外部に配設された場合について説明したが、受光素子40および発光素子50のうちのいずれか一方のみが絶縁層20内に埋め込まれた構成とするようにしてもよい。例えば図14に示したように、発光素子40を絶縁層20の内部に配設し、受光素子50を絶縁層20の外部に配設する場合には、発光部40cと対向し、電気配線部10の主表面となす外角が鈍角(例えば、略135°)である反射面30aと、受光部50cと対向し、電気配線部10の主表面となす外角が鋭角(例えば、略45°)である反射面30dとを長手方向の両端部に有する光導波路30Dを用いるようすればよい。

【0072】また、上記第3の実施の形態では、コア層のみにより構成された光導波路30を電気配線部10の上に転写するようにしたが、図2に示したようなコア層31およびクラッド層32よりなる光導波路30Aを転写することも可能である。さらに、上記第3の実施の形態では、上記第1の実施の形態と同様の構成を有する光配線モジュールを作製する場合について説明したが、上記第2の実施の形態と同様の構成を有する光配線モジュールを作製する場合についても適用することができる。

【0073】また、上記第1の実施の形態では、電気配線部10と、光導波路30、発光素子40および受光素子50が埋め込まれた絶縁層20とにより構成された光配線基板について説明したが、光配線基板は必ずしも発光素子40および受光素子50を備えている必要はない。その場合であっても、光導波路30を絶縁層20の内部に配置したことによる効果は得られる。

【0074】さらに、上記各実施の形態では、絶縁層20の上にICチップ61、62を実装する場合について

説明したが、他の回路や部品を実装することも可能である。

【0075】加えて、上記各実施の形態では、絶縁層20の内部に光導波路を1層のみ配設するようにしたが、電気配線パターン12a～12gの積層方向と同一の方向に複数の光導波路を積層し、光配線の多層化を実現することも可能である。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の光配線基板または請求項15ないし請求項18のいずれか1項に記載の光配線モジュールによれば、電気配線パターンを有する基体の内部に光導波路を配置するようにしたので、光信号により高速伝送が可能になると共に、外部からの衝撃による光導波路の損傷を効果的に防止することができるという効果を奏する。

【0077】また、請求項19ないし請求項21のいずれか1項に記載の光配線基板の製造方法または請求項22ないし請求項24のいずれか1項に記載の光配線モジュールの製造方法によれば、下部絶縁層を形成し、その上に光導波路を形成し、さらに光導波路を覆うように上部絶縁層を形成することにより、光導波路を絶縁層の内部に埋め込むようにしたので、本発明の光配線基板または光配線モジュールを容易に製造することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光配線基板の構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した光導波路の変形例を表す断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る光配線モジュールの構成を一部破断して表す側面図である。

【図4】図3に示した光配線モジュールの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図であ

る。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図3に示した光配線モジュールの第1の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

【図10】図3に示した光配線モジュールの第2の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る光配線モジュールの構成を一部破断して表す側面図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態に係る光配線モジュールの製造方法を説明するための断面図である。

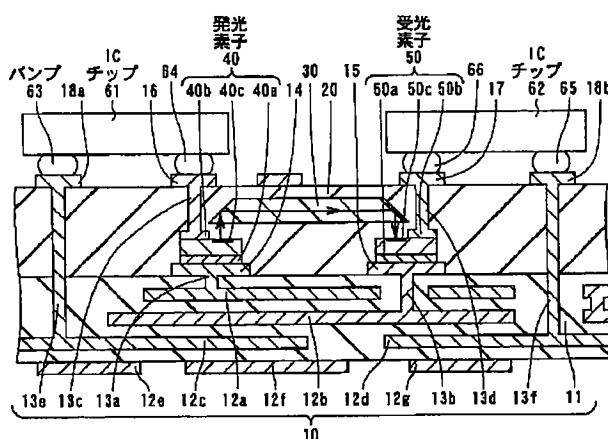
【図13】図12に続く工程を説明するための断面図である。

【図14】図3に示した光配線モジュールの他の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

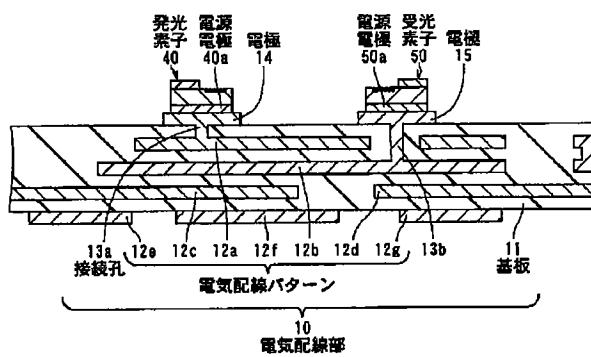
【符号の説明】

10…電気配線部、11…基板、12a～12g…電気配線パターン、13a～13j…接続孔、14, 14A, 15, 15A, 18a, 18b, 19…電極、20…絶縁層、20a…下部絶縁層、20b…上部絶縁層、30, 30a～30d…光導波路、30a～30d, 31a, 31b…反射面、31…コア層、32…クラッド層、40, 40a…発光素子、40a, 50a…電源電極、40c…発光部、50, 50a…受光素子、50c…受光部、61, 62…ICチップ、63～66…バンプ、67…チップ、68…受光素子、69…電極、70…電源電極、71, 72…信号電極、73…接続孔、74…ICチップ、81…ダミー基板、82…基板分離層、83…接着層

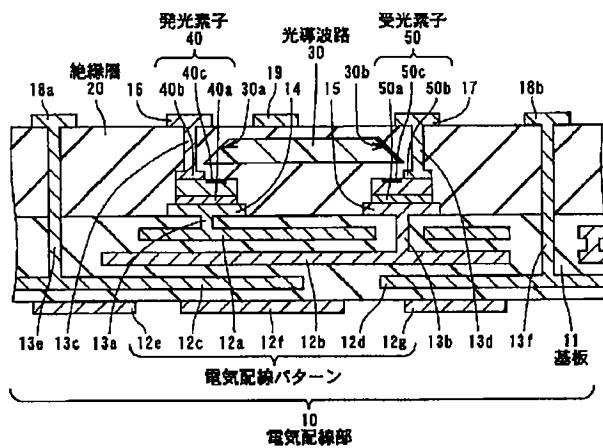
【図3】



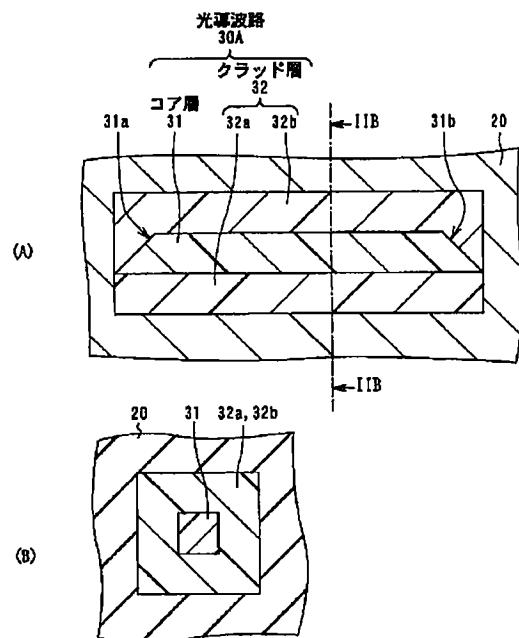
【図4】



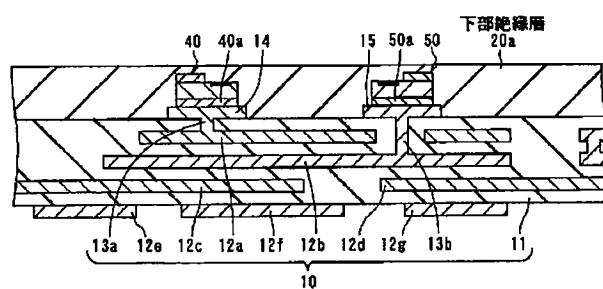
【図1】



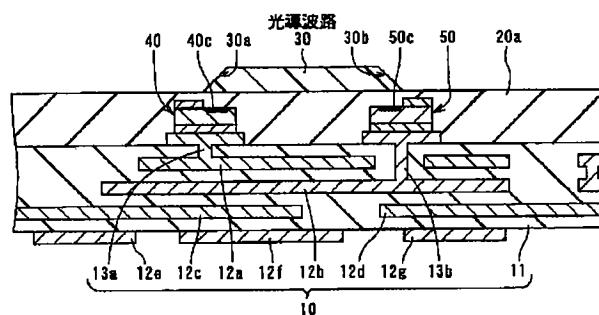
【図2】



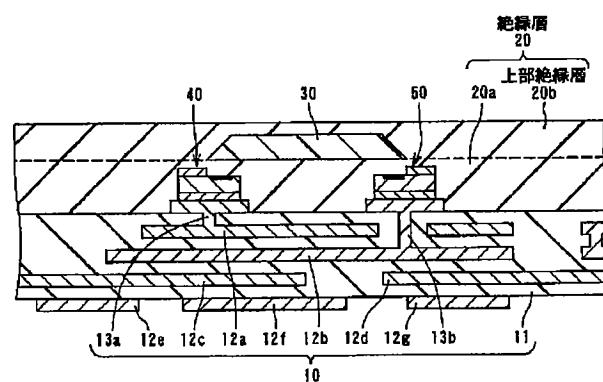
【図5】



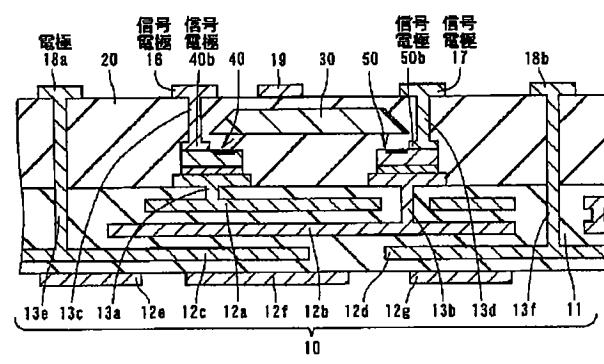
【図6】



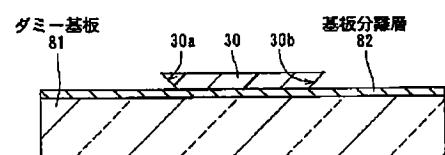
【図7】



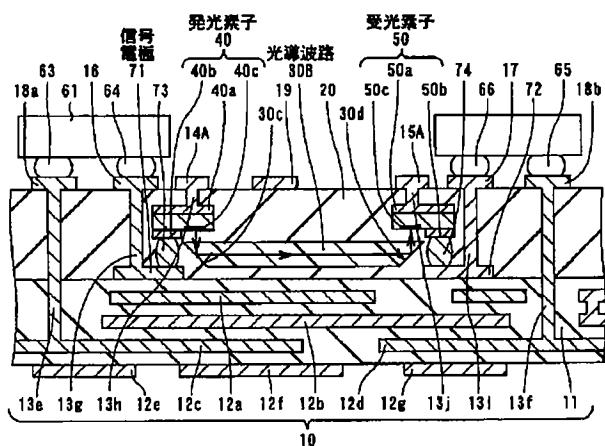
【図8】



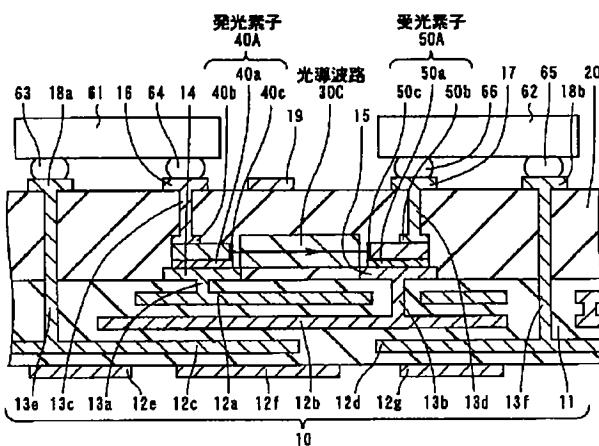
【図12】



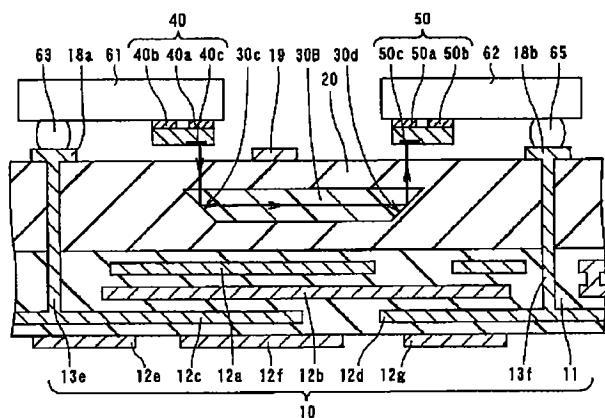
【図9】



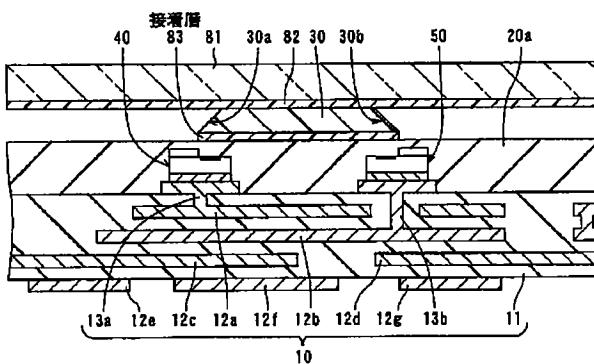
【図10】



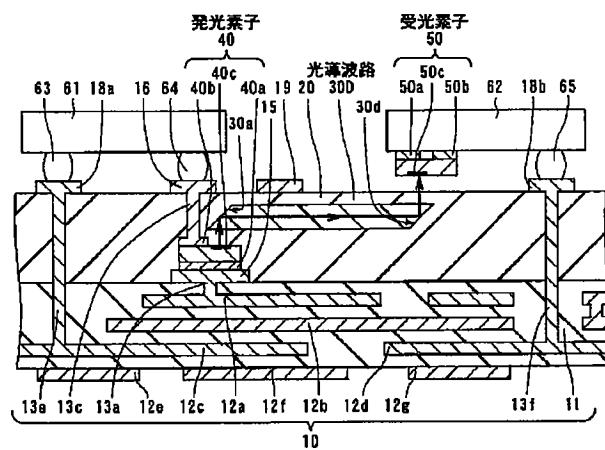
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト(参考)
H 0 5 K	3/46	G 0 2 B	6/12
		H 0 1 L	31/02
			M
			C

F ターム(参考) 2H047 KA03 MA07 PA02 PA22 PA24
PA28 QA05

5E346 AA42 AA43 BB02 BB03 BB16
BB20 CC08 CC09 CC10 CC13
CC16 DD03 DD32 EE31 FF18
FF45 HH40

5F088 AA02 BA13 BA18 DA01 FA09
FA11 FA20 JA01 JA05 JA11
JA20

5F089 AA06 AB03 AC02 AC05 AC08
AC09 AC10 AC16 AC18 CA20
EA10